

Analisis Sikap Kerja Statis Operator Bagian Maintenance & Assembly PT. NTP - Bandung (Pendekatan aspek Biomekanika dengan Menggunakan Software Catia V5 dan Ergomaster)

Erwin Maulana Pribadi, Ir., MT.¹, Rizqi Wahyuniardi Ir., MT.², dan Anton Herquitanto.³

1. Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri, UNPAS, Bandung
2. Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri, UNPAS, Bandung
3. Mahasiswa Jurusan Teknik Industri, UNPAS, Bandung

Kontak Person:

Erwin Maulana Pribadi, Ir., MT
Jurusan Teknik Industri, UNPAS, Bandung, Kode Kota
Telp: 022-2019335, Fax: 022-2019335, E-mail: erwinpribadi@gmail.com

Abstrak

PT. Nusantara Turbin dan Propulsi sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri Aero Engine dan Industrial Turbine Service, terdapat kasus sikap kerja di stasiun kerja maintenance and assembly yaitu adanya kegiatan pengangkatan yang tidak ergonomis karena sikap kerja operator yang tidak sesuai dengan beban yang diterima pada saat melakukan kegiatan tersebut. Tools yang digunakan untuk menganalisis permasalahan ini adalah menggunakan software ergomaster untuk menilai stasiun kerja, CATIA V5-RULA pada Ergonomics Design & Analysis didukung oleh metoda RULA secara manual dan studi Biomekanika. Dari ergomaster ditengarai terdapat stasiun kerja yang tidak ergonomis. Melalui software CATIA dengan menganalisis postur tubuh operator saat melakukan pengangkatan dengan menggunakan perangkat kerja fixture standing, diperoleh nilai yang sangat tidak ergonomis dengan skor 7 yaitu berada pada level 4 yang berarti perlu segera dilakukan investigasi dan perbaikan fasilitas kerja dengan segera. Begitu pula pada metoda RULA yang dikerjakan secara manual juga menghasilkan nilai dengan skor 7 yaitu berada pada level 4 dengan keterangan sama seperti pada Software CATIA ergonomics design & analysis. Selain itu melalui studi biomekanika diketahui bahwa gaya yang dihasilkan karena kegiatan tersebut menunjukkan hasil yang besar artinya sangat tidak ergonomis, begitu pula dengan hasil momen gaya pada lengan operator menghasilkan harga yang besar, karena gaya yang dihasilkan sebesar 125 Nm pada tiap-tiap joint ditubuh operator. Pada CATIA menghasilkan gaya 127 N dilengan sedangkan studi biomekanika pada perhitungan tangan menunjukkan nilai untuk lengan bawah pada sudut lengan 90 adalah 129.52 N dan momennya 44.145 Nm. Dari keterangan tersebut kemudian dibuat grafik untuk sudut yang berbeda, diperoleh keterangan bahwa semakin besar sudut terhadap garis batang tubuh maka semakin besar pula nilai momen pada titik joint tertentu, yang mengakibatkan semakin besarnya potensi terjadi cedera otot pada operator.

Kata kunci : *Ergonomi Industri, Biomekanika, Software Catia V5, Software Ergomaster*

Abstract

PT. Nusantara Turbine and Propulsion as one of the companies engaged in industry and Industrial Aero Engine Turbine Service, there are cases of work attitudes in the work station assembly and maintenance of the removal activities that are not ergonomic for the operator working attitude that is incompatible with the accepted burden when conducting these activities. Tools that are used to analyze this problem is to use the software to assess ergomaster work station, CATIA V5-RULA on Ergonomics Design & Analysis is supported by the RULA method manually and biomechanics studies. Ergomaster suspected of working stations which are not ergonomic. Through the CATIA software to

analyze your posture when making the appointment by using the device standing fixture work, earned value is not very ergonomic with a score of 7 is located on level 4 which means that the investigation needs to be done and improvements working facility immediately. Similarly, the RULA method which is done manually also produces a score value of 7 is located at level 4 with the same information as in CATIA software ergonomics design & analysis.. Also through the study of biomechanics is known that the forces generated due to these activities have shown the great significance is not ergonomic, as well as moments of force on the arm operators to produce a great price, because the resulting force of 125 Nm at every joint in operators body. In CATIA produce force while 127 N in forearm while biomechanics studies on hand calculations to demonstrate the value of the forearm on the arm angle is 90 and the moment are 129.52 N and 44,145 Nm. From the information is then graphed for different angles, obtained information that the greater the angle of the trunk lines the greater the value of joint moments at certain points, which resulted in increasing the potential magnitude of muscle injury occurred in service.

Keywords: *Ergonomi Industri, Biomekanika, Software Catia V5, Software Ergomaster*

I. PENDAHULUAN

PT. Nusantara Turbin dan Propulsi sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri Aero Engine dan Industrial Turbine Service, saat ini perlu untuk dilakukan serangkaian penelitian yang berkaitan dengan permasalahan ergonomi pada beberapa stasiun kerja. karena pada saat melakukan studi pendahuluan yang berhubungan dengan sikap kerja operator, khususnya pada salah satu stasiun kerja terdapat keluhan-keluhan dari operator yang berhubungan dengan permasalahan sikap kerja maka berakibat pada kemungkinan besarnya terjadi cedera otot pada operator saat melakukan pekerjaannya. Hipotesa awal penulis terjadinya hal diatas diakibatkan karena, adanya sikap kerja yang tidak ergonomis pada saat melakukan kegiatan bekerja yang berhubungan dengan salah satu perangkat kerja, dengan demikian perlu adanya pembahasan dan penelitian lebih lanjut untuk menyelesaikan masalah ini.

Beberapa stasiun kerja di PT. NTP terlihat masih ada kegiatan yang dilakukan oleh operator secara manual atau menggunakan tenaga manusia dalam melakukan aktifitas kerja yang diduga kurang ergonomis. Salah satu contoh kegiatan yang terlihat tidak ergonomis adalah pengangkatan dan menggeser benda kerja oleh operator dengan menggunakan tenaga manusia atau operator itu sendiri, sedangkan benda kerja yang diangkat mempunyai massa kurang-lebih 50kg walaupun benda kerja tersebut diangkat oleh dua orang namun hal ini mempunyai resiko cedera otot pada operator dalam jangka waktu yang cukup lama, apalagi jika operator melakukannya terlalu sering.

II. PERUMUSAN MASALAH

1. Masih terdapat kegiatan pada operator yang melakukan pengangkatan benda kerja secara manual dengan menggunakan tenaga manusia atau oleh operator itu sendiri dibagian perawatan dan perakitan mesin pesawat (*Aero Engine Maintenance and Assembly*), meskipun terdapat alat bantu atau perkakas besar yang berupa mesin kerekan listrik (*Crane*). Hal ini dapat menimbulkan tidak ergonomisnya sikap kerja sehingga dapat menimbulkan terjadinya cedera punggung.
2. Pengangkatan secara manual sering terjadi karena operator enggan menggunakan mesin kerekan listrik (*Crane*) untuk sedikit mengangkat dan memindahkan benda kerja dari satu area ke area yang lainnya. Selain itu juga bila terlalu banyak atau sering menggunakan alat berat akan menambah biaya operasional perusahaan dan menambah waktu kerja pada proses bongkar pasang alat

3. Untuk mengatasi sikap kerja yang tidak baik dan resiko terjadi cedera punggung maka akan dilakukan analisis sikap kerja pada operator di bagian perawatan dan perakitan mesin pesawat (*Aero Engine Maintenance and assembly*) dengan menggunakan alat bantu CATIA V5- *Ergonomics Design & Analysis* dan *Workstation Assessment* serta studi biomekanika.

III. TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui resiko terjadinya kecelakaan kerja didalam satu stasiun kerja di PT. Nusantara turbin propulsi.
2. Melakukan analisis beban kerja statik pada *user* atau operator terhadap peralatan kerja tertentu, menggunakan perangkat lunak bantu CATIA V5, Ergomaster, dan studi biomekanika.

Pembatasan Masalah

Pembahasan stasiun kerja dan penggunaan peralatan kerja (*power tool*) yang terdapat di PT. Nusantara Turbin dan Propulsi memiliki cakupan yang sangat luas. Maka dari itu, pembahasan dalam penelitian ini akan dibatasi. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Stasiun kerja yang diamati pada penelitian ini adalah bagian perawatan dan perakitan mesin pesawat (*Aero Engine Maintenance and Assembly*).
2. Peralatan kerja yang akan dianalisis adalah alat kerja yang permasalahannya ditentukan oleh penulis berdasarkan pada permasalahan yang paling dominan.

IV. PENGUMPULAN DATA

a. Pengumpulan Data

Data yang paling awal yaitu data umum perusahaan misalnya sejarah perusahaan, struktur organisasi, wawancara, mengambil gambar, data ini diambil berdasarkan keterangan yang diperoleh dari software ergomaster, keterangan apakah yang lebih dominan atau permasalahan apa yang lebih menonjol untuk dijadikan studi kasus. Data ini diambil dengan menggunakan kamera digital yaitu data visual berupa foto. Pengambilan data juga dilakukan pada peralatan kerja yang menjadi faktor terjadinya sikap kerja yang tidak baik.

b 1. Metode Ergomaster-Workstation Assessment

Penelitian dilakukan dengan studi literatur, analisis dengan menggunakan beberapa perangkat lunak bantu yaitu CATIA V5 dan Ergomaster, serta studi biomekanika terhadap interaksi user atau operator dengan peralatan kerja.



Gb.1 Stasiun Kerja di bagian Aero Engine Maintenance and Assembly di PT. NTP

Di dalam stasiun kerja yang diteiti terdapat suatu kegiatan yang mempunyai keterangan seperti pada penjelasan diatas yaitu aktivitas operator dalam mengangkat dan menggeser benda kerja dengan menggunakan tangan kosong dan dengan menggunakan tenaga operator itu sendiri. Dengan posisi berdiri benda kerja diangkat dari penyangga yaitu *fixture standing* oleh dua orang, dengan berat benda kerja kurang-lebih 50 Kg.

b 2. CATIA V5 Ergonomics Design & Analysis

a) Pengambilan Gambar

Pengambilan gambar dilakukan dengan pengamatan *visual* yaitu *camera digital*. Dari hasil pengambilan gambar (*real object*) yang diperoleh, langkah selanjutnya adalah membuat model 3 dimensi dari obyek tersebut yang terdiri dari perangkat kerja dan manikin dalam satu produk dengan atau ukuran yang sesuai dengan obyek aslinya. Pemodelan hanya dilakukan berdasarkan fitur-fitur manikin yang tersedia di dalam perangkat CATIA V5.

b) Pemodelan 3 Dimensi Manikin

Dalam membuat pemodelan manikin untuk orang Indonesia yang dapat didekati dengan memilih opsi populasi Asia lainnya, atau dalam hal ini adalah populasi Jepang atau Korea sesuai dengan yang tersedia di dalam CATIA V5.

c) Pencatatan posisi postur tubuh dari manikin

Dengan mengunakan *workbench Human Builder* dari aplikasi *Ergonomics Design & Analysis*, maka dapat menentukan posisi postur tubuh dari manikin yang telah dimodelkan.

d) Pencatatan skor pada CATIA-RULA Analysis

Setelah mendefinisikan posisi postur tubuh dari manikin, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai skor untuk berbagai penggolongan posisi tubuh dari manikin yang berinteraksi dengan peralatan kerja (*power tool*) dan benda kerja (*turbine shaft*) dengan menggunakan CATIA-RULA Analysis. Contoh skor yang dapat diperoleh dari CATIA-RULA Analysis untuk suatu posisi postur tubuh tertentu.

b 3. Urutan Menginput Data Analisis Menggunakan CATIA-RULA

Berikut uraian langkah-langkah penginputan data yang digunakan untuk melakukan analisis sikap kerja statik (studi biomekanika) di dalam CATIA-RULA:

- a. Pendefinisian obyek peralatan kerja (*power tool*) dengan melakukan pemodelan 3 dimensi di dalam CATIA V5 *Part Design, Wireframe & Surface Design*
- b. Pemodelan manikin ini dilakukan dengan menggunakan CATIA V5 *Ergonomics Design & Analysis – Human Builder*. Pilihan jenis populasi Asia dengan mengambil persentil 50%, dengan alasan, data ini yang tersedia di data base software yang paling dekat untuk mewakili penduduk Indonesia secara umum.

Pengukuran sudut-sudut bentukan postur tubuh dilakukan sebelumnya dengan menggunakan *software* bantu MAT (Motion Analysis Tools), untuk kemudian hasilnya diinputkan secara manual di dalam CATIA V5 *Human Builder*.

Proses analisis dengan menggunakan CATIA-RULA Analysis tool yang terdapat di dalam *workbench Human Activity Analysis*. Hasil pencatatan skor yang diperoleh untuk contoh kasus di atas dapat diperlihatkan pada gambar di bawah ini;

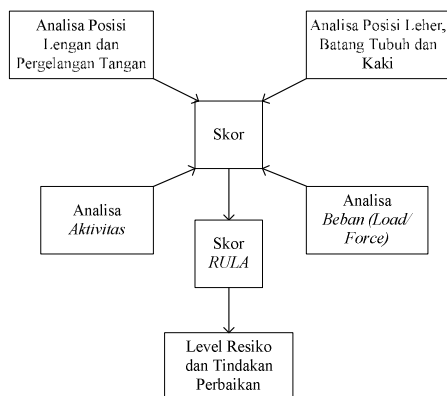
Dari keterangan diatas hasil perhitungan dengan menggunakan *software* CATIA V5 RULA Analisis menunjukkan nilai atau *final score* 7, yang berarti dalam kondisi perlu sesegera mungkin dilakukan investigasi dan perbaikan sikap kerja pada operator yang bekerja dibagian tersebut. Karena sikap kerja seperti ini operator tidak layak dalam melakukan pekerjaannya sebab dapat menimbulkan cedera otot yang berkepanjangan. Setelah langkah pada CATIA V5 dengan ini perlu diketahui bagaimana langkah-langkah yang dikerjakan secara manual, dengan langkah-langkah pengerjaan secara terperinci dari pembagian *score* maka selanjutnya akan disajikan perhitungan metoda RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), dan perhitungan manual studi biomekanika.



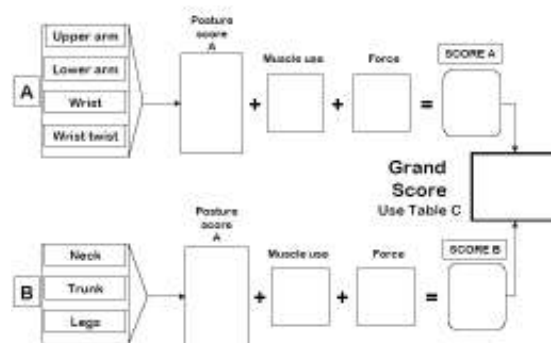
Gambar. 2 Pencatatan skor menggunakan CATIA-RULA

V. ANALISIS DATA

Perhitungan Metoda RULA



Gb. 3 Skema perhitungan metoda RULA



Gb. 4 RULA Score sheet

Dalam metode RULA, terdapat beberapa tahapan proses perhitungan yang dilalui, seperti menentukan sudut pada postur tubuh saat bekerja pada bagian tubuh diantaranya :

- batang tubuh (*trunk*)
- leher (*neck*)
- kaki (*leg*)
- lengan bagian atas (*upper arm*)
- lengan bagian bawah (*lower arm*)
- pergelangan tangan (*wrist twist*)

Untuk Pembagian grup penilaian, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Pembagian Grup RULA

Tabel 2. *Grand Total Score*

Grup A	Grup B
Lengan Atas (<i>Upper Arms</i>)	Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)
Lengan Bawah (<i>Lower Arms</i>)	Leher (<i>Neck</i>)
Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	Kaki (<i>Legs</i>)

TABEL C		SKOR B							
SKOR A	1	2	3	4	5	6	7+		
	1	1	2	3	3	4	5	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6	6
	4	3	3	3	4	5	6	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7	7
	8	5	5	6	7	7	7	7	7

Dari hasil Tabel C diperoleh skor dengan nilai 7 (termasuk *action level four*) yang didapatkan penjelasan bahwa harus segera diadakan investigasi dan perubahan untuk kondisi diatas harus segera dilaksanakan. Dari penjelasan tadi didapatkan kesimpulan harus diadakan perubahan, ini yang menjadi landasan berpikir untuk perancangan fasilitas kerja baru berupa penambahan fasilitas dan sedikit perubahan pada peralatan kerja, untuk memperbaiki postur pekerja.

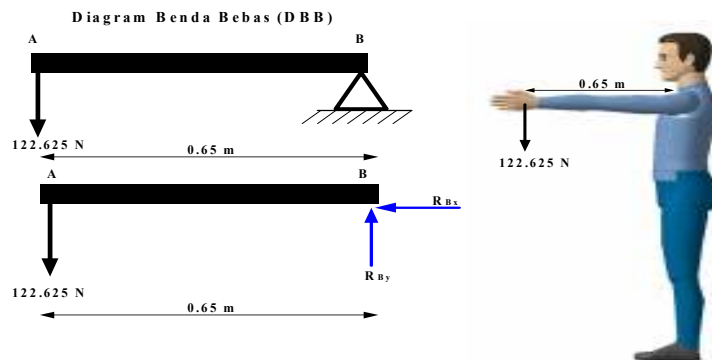
Perhitungan gaya dan momen pada saat melakukan aktifitas kerja

Dalam perhitungan gaya dan momen ini maka diperlukan data-data yang berkaitan dengan data dimensi *fixture standing*, posisi postur tubuh dari operator, serta properti material dari benda kerja (*turbine shaft*). Berikut ini akan disajikan data-data yang akan diperlukan dalam melakukan proses analisis gaya dan momen yang diperlukan oleh seorang operator pada saat melakukan aktifitas kerja. Analisis dilakukan dengan cara konseptual menggunakan perhitungan tangan (*hand calculation*).

Maka dengan menggunakan hukum kesetimbangan gaya dan momen yang bekerja pada batang 2 gaya, diperoleh gaya-gaya dan momen reaksi pada titik B sebagai berikut;

$$\Sigma F_x = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$



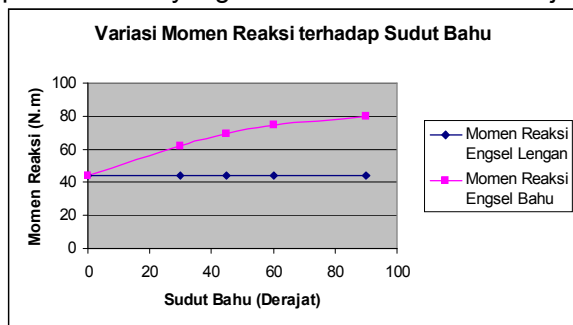
Dari hasil perhitungan dengan rumus diatas maka diperoleh gaya yang berlaku dititik lengan adalah $R_{By} = 122.625 \text{ N}$ dan gaya yang bekerja pada pangkal bahu adalah $M_B \approx -79.7 \text{ N.m}$

Untuk memenuhi persyaratan biomekanika, berat lengan dan bahu diperhitungkan. Di samping itu, ditentukan pula letak titik berat (*c.g*) masing-masing anggota tangan di mana pada titik berat tersebut akan bekerja gaya luar sebagai kontribusi dari gaya berat akibat masing-masing anggota tangan tersebut memiliki massa. Dari hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan perangkat CATIAV5, diperoleh gaya berat lengan dan bahu

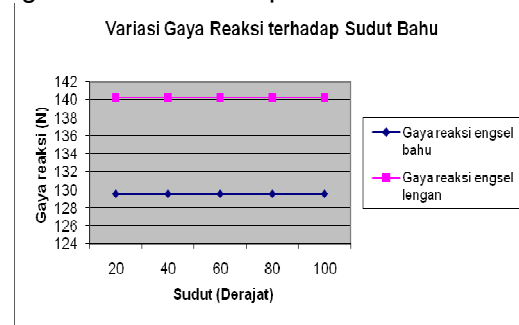
masing-masing sebesar 6.89 N (hasil kali antara 0.703 kg x 9.81 m/s²) untuk lengan dan 10.69 N (hasil kali antara 1.09 kg x 9.81 m/s²).

Untuk selanjutnya adalah bagaimana mengetahui besarnya gaya-gaya dan momen-momen reaksi yang bekerja pada engsel pangkal bahu dengan menggunakan analisis 3 dimensi atau koordinat ruang (3 sumbu koordinat). Analisis ini merupakan perluasan dari analisis 2 dimensi, di mana pada analisis ini koordinat yang digunakan adalah 3 buah sumbu koordinat yang saling tegak lurus atau yang lebih dikenal dengan koordinat ruang. Tentu saja analisis ini lebih rumit dan lebih kompleks dibandingkan dengan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, namun mampu memberikan hasil yang lebih akurat dan lebih valid. Di samping itu juga, dibutuhkan visualisasi yang lebih tinggi sehingga para pembaca mampu memahami analisis ini dengan baik.

Berikut ini grafik plot momen reaksi yang terjadi pada tubuh operator akibat pembebanan yang dihasilkan oleh benda kerja dengan memvariasikan posisi sudut bahu.



Gambar 5. Variasi momen reaksi terhadap sudut bahu dalam grafik



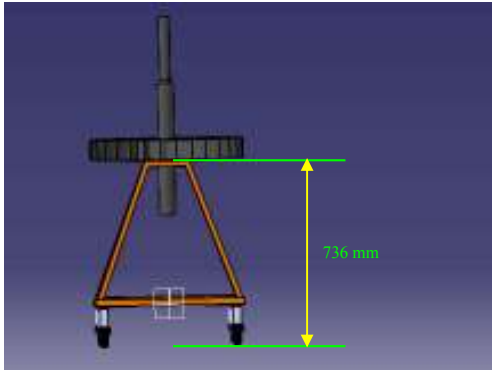
Gambar 6. Variasi gaya reaksi terhadap sudut bahu dalam grafik

VI. Kesimpulan

1. Oleh karena berat beban benda kerja berada pada kisaran 50 kg sehingga secara kognitif-perseptif, bahwa operator merasa mampu untuk melakukan manual handling, lain permasalahan apabila benda kerja mempunyai berat lebih dari 70kg maka operator akan pasti menggunakan alat bantu kerekan listrik (*crane*) atau benda kerja mempunyai berat dibawah 5kg maka berat benda tidak menjadi permasalahan yang berarti dalam melakukan pengangkatan. Dalam melakukan kegiatan perawatan dan perakitan mesin pesawat, sikap kerja operator mempunyai potensi yang besar terjadinya kecelakaan kerja atau cedera otot karena karakteristik desain dari *fixture standing* terutama ketinggian *fixture standing* itu sendiri mempengaruhi posisi postur tubuh dari operator pada saat melakukan aktifitas kerja mengangkat (*lifting*). Dan beban yang sangat berat diterima oleh operator menambah buruknya sikap kerja operator.
2. Dari analisis ergonomaster, CATIA dan RULA dapat disimpulkan bahwa Desain *fixture standing* yang digunakan pada saat ini tidak memiliki ketinggian yang proporsional (terlalu rendah), sehingga menyebabkan posisi membungkuk bagi seorang operator pada saat melakukan aktifitas kerja mengangkat (*lifting*) atau menjangkau benda kerja (*workreach*) serta mengharuskan kondisi tangan secara keseluruhan dari operator merentang lebih panjang sehingga kecenderungan terjadinya momen pada engsel bahu semakin besar. Dari hasil studi biomekanika diperoleh kesimpulan bahwa semakin kecil sudut yang dibentuk oleh lengan dan semakin besar sudut yang dibentuk oleh bahu terhadap garis batang tubuh,

maka akan semakin merentang tangan secara keseluruhan. Maka akan memperpanjang garis atau lengan kerja dari gaya reaksi sehingga menimbulkan momen reaksi yang bekerja pada engsel bahu yang semakin besar.

3. Pada pernyataan sebelumnya banyak diperoleh keterangan bahwa peralatan kerja yang ada sekarang dinilai tidak ergonomis. Maka dengan ini perlu adanya solusi perancangan atau desain baru dari peralatan kerja pada stasiun kerja tersebut tentunya pada alat yang telah dibahas.



Gb 7. fixture standing usulan

Gambar disamping adalah contoh perangkat kerja yang telah diubah menjadi lebih tinggi dari sebelumnya. Hal ini untuk menyesuaikan pada sikap kerja operator dengan ketinggian kurang-lebih 70 cm,

Daftar Pustaka :

- [1.] Don B Chaffin. & Gunner B. J. Andersson, *Occupational Biomechanics*, John Wiley & Sons Inc., C125anada, 1991
- [2.] Eko Nurmianto, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1996
- [3.] Pulat, B. M, *Fundamental of Industrial Ergonomis*, Prentice Hall, 1992
- [4.] Rizki Wahyuniardi, dan M. Yani Syafe'i., (2008), Analisis Sikap Kerja Dan Keluhan Operator Menggunakan Metode RULA Dan CTDs (studi kasus di PT. Sinar Terang Logam Jaya Bandung). *Journal Infomatek*, Volume 10, 75-86.
- [5.] Sritomo Wignjosoebroto., *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu, Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, Penerbit Guna Widya, Surabaya, 2003.